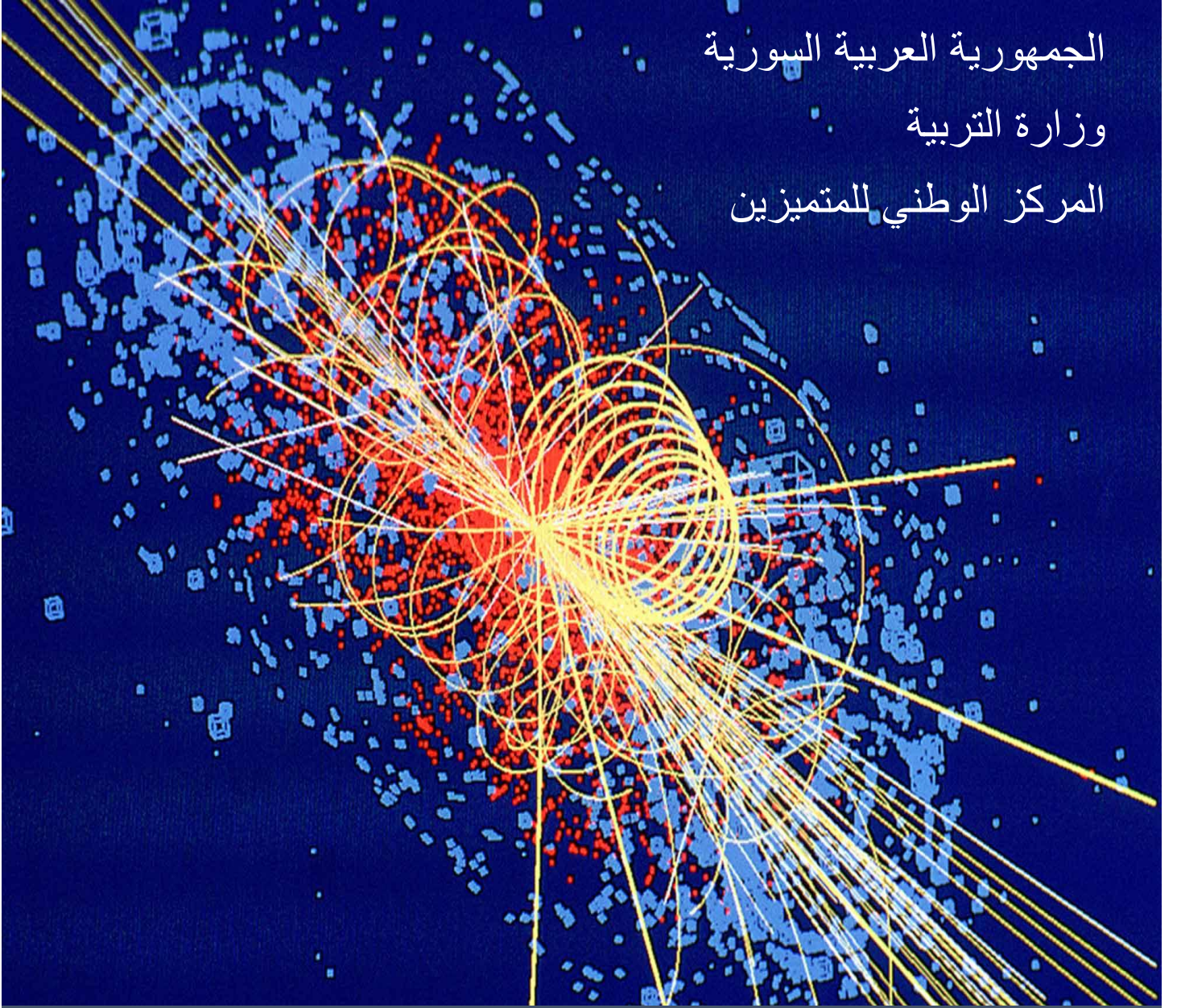


الجمهورية العربية السورية
وزارة التربية
المركز الوطني للمتميزين



The Hunt for God particle

اعداد الطالب :
مجد حمدان

المقدمة :

منذ 13.7 مليار سنة حدث ما يعرف بالبيغ بانغ BigBang أو بتسمية أخرى بداية كوننا ، و إذا عدنا 100 الف سنة الى الوراء كان هناك الديناصورات ، و قبل 4 مليارات سنة تشكلت الحياة ، حيث سبقها تكون الارض ، بعد تكون النجوم ، و قبلها كانت الذرات ، و بداخل الذرات كانت المواد الاساسية لبناء الوجود ، و السؤال الاهم هنا : من اين اتت مواد البناء هذه ؟ تكمن الاجابة على ذلك فيما حصل في الثانية الاولى بعد الانفجار الكبير ، حيث يعتقد العلماء أنه في هذه الثانية تكونت كل مواد البناء الاساسية للوجود بما فيها جسيمات هيغز.

و ان مسارعات الجسيمات تسمح للعلماء برؤية الماضي وصولا الى اجزاء قليلة من الثانية الاولى ، تصل الى 10^{-12} من الثانية بعد الانفجار الكبير .

تحمل مسارعات الجسيمات البروتونات و تصدمها في طاقات عالية و اثناء هذه التصادمات ينتج كميات كبيرة من الجسيمات يصل عددها الى المئات و ربما الالاف ، و في مكان معين مدفون في هذا الحطام يأمل العلماء العثور على الهيغز بوزون Higgs boson.

و بعد تلمسنا الاهتمام الكبير من قبل لعلماء بدراسة هذا الجسيم و رغبتهم الكبيرة في ايجاده يتبادر للذهن مجموعة من الأسئلة أهمها :

- ما هو الهيغز بوزون Higgs Boson ؟
- لما هو مهم الى درجة كبيرة ؟
- هل ميكانيكا هيغز هي المسئولة عن اعطاء المادة لكل شئ ؟
- كيف حاول العلماء الوصول الى الهيغز بوزون Higgs Boson ؟
- ما هي آليات التسريع الجزيئي ؟
- ما هي مسرعات الجسيمات ؟ و ما آلية عملها ؟
- كيف سيكون العالم من دون جسيم هيغز ؟
- هل ايجاد الهيغز بوزون Higgs Boson هو نهاية الطريق ؟

خطة العمل :

أهدف في هذا البحث الى الاحاطة بكل ما يتعلق برحلة الكشف عن جسيم الاله (الهيغز بوزون) و اهمية هذا الجسيم ، من خلال الاحاطة بأجوبة الأسئلة السابقة حيث سأتحديث في البداية عن آلية التسريع الجزيئي و كيفية عمل مسرعات الجسيمات ثم أتناول النموذج القياسي و دور جسيم هيغز فيه اضافة لبيان اتجاه العلم بعد اكتشاف جسيم الاله .

أهداف البحث :

- التعرف على الفيزياء الجزيئية .
- التعرف على أليات التسريع الجزيئي .
- معرفة طريقة عمل مسارع الجسيمات و أهميته .
- تحديد أهمية الهيغز بوزون .
- معرفة الطريقة التي أكتشف بها العلماء الهيغز بوزون .

1- مسرعات الجسيمات

1-1 آليات التسريع الجزيئي :

مسرعات الجسيمات هي عبارة عن آلات تستخدم لتسريع الجسيمات المشحونة و الأيونات الى طاقات عالية .

يستخدم الفيزيائيين مسرع الجسيمات لدراسة المادة و الطاقة حيث تقوم هذه المسرعات بتسريع الجسيمات المشحونة باستخدام انابيب نفقية متعددة و مفرغة من الهواء ، لتقوم في النهاية بصدم الجسيم بهدف ثابت محدد من قبل المسرع ، أو بجسيم آخر متحرك .

ثم يقوم العلماء بتحليل نتائج التصادمات بين الجسيمات في محاولة لتحديد التفاعلات التي تجري في العالم تحت الذري (تكون نقطة التصادم عادة في غرفة مخلاة ، و هي عبارة عن أداة تسجل مسارات الجسيمات المشحونة في غرفة ممتلئة بسائل معين) .

أما عن المسارات التي تسلكها الجسيمات المشحونة فيمكن ان تكون مستقيمة أو دائرية أو حلزونية .

و مع أن صدم الجسيمات فيما بينها يبدو للوهلة الاولى تقنية غريبة للتعرف على خواصها و تفاعلاتها الى انها مكنت العلماء من التعرف على خصائص العالم تحت الذري بشكل أعمق .
لذلك فأن مسرعات الجسيمات تعد اليوم أكبر و أغلى الأجهزة المستخدمة من قبل الفيزيائيين .

جميع مسرعات الجسيمات تقوم على ثلاث مبادئ في عملها :

- مصدر للجسيمات المشحونة .
- أنابيب مفرغة من الهواء متصلة مع بعضها البعض حيث يمكن لهذه الجسيمات أن تتحرك و تنتقل داخلها بحرية .
- وسائل لتسريع الجسيمات المشحونة للحصول على طاقات مرتفعة .

1-2 أنواع المسرعات :

- المسرع الدائري (السينكروترون synchrotron accelerator)
- المسرع الحلزوني (السيكلوترون cyclotron accelerator)
- المسرع الخطي (لاينير linear accelerator)

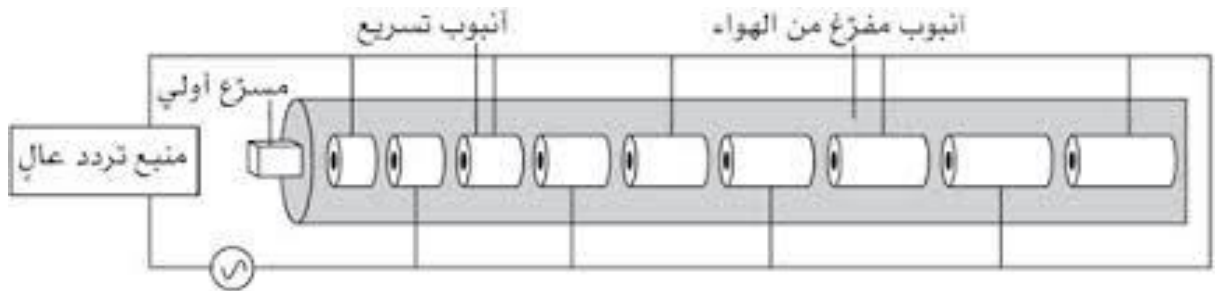
المسرع الخطي (linear accelerator) :

يُدعى هذا المسرع باسم ليناك (Linac) و يتكون من سلسلة من عدة إلكتروادات ذات شكل أسطواني، ترتبط ببعضها البعض بواسطة مصدر جهد^٢ متردد .

يتم تعجيل الجسيمات المشحونة على مراحل بواسطة فرق جهد متردد و يكون مسار هذه الجسيمات مستقيم .

ويتألف كل الكتروود من قطاعات تشحن بشحنات موجبة وسالبة على التناوب ، وعندما تمر حزمة جسيمات مشحونة كهربائياً عبر الأنبوب فإنها تتلقى دفعاً من القطاع الذي غادرته، وتتلقى جذباً من القطاع القادمة إليه، ومن ثم فإن التسريع الذي تكتسبه هو حصيلة دفعات وجذبات متتالية.

نظرياً يمكن تصميم مسرع خطي لأي طاقة كانت ، لكن هذا يصطدم بالمعوقات و الصعوبات التقنية و التكنولوجية لكل مادة حيث يزداد طول المسرع تبعاً للطاقة المراد الوصول إليها و كتلة الجسيمات الوجودية بالمسرع .



الشكل (1) (مقطع مسرع خطي)

^١ أنبوب التسريع .

^٢ الجهد الكهربائي هو الفرق بين مقدار الكمون الكهربائي بين القطبين .

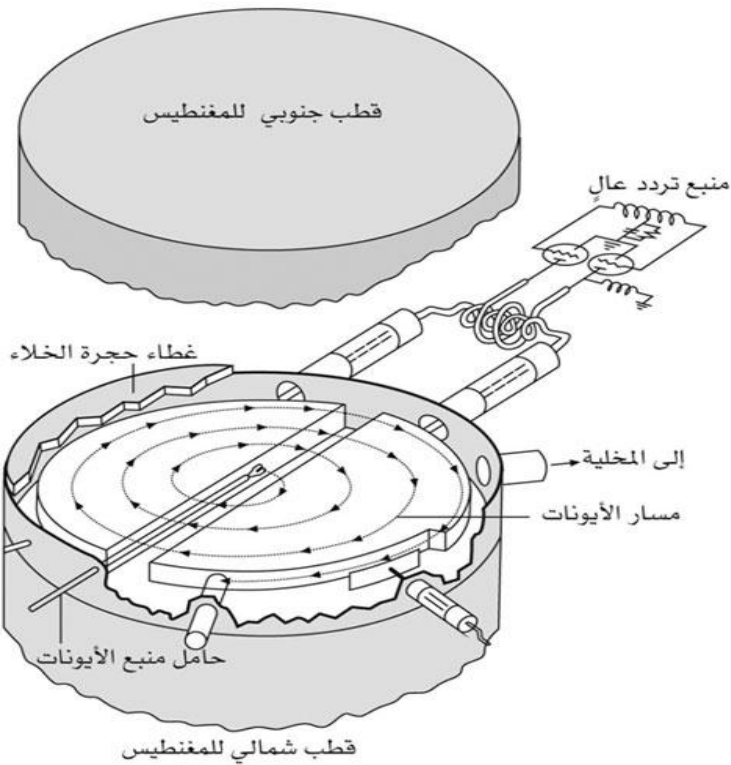
فرق الجهد الكهربائي هو النسبة بين العمل اللازم لتحريك شحنة كهربائية و مقدار تلك الشحنة وفق العلاقة $\Delta v = w/q$

المسرّع الحلزوني (cyclotron accelerator) :

تقدم الفيزيائي الأمريكي أرنست لورنس عام 1932 باقتراح لتحل المسرعات الدورانية محل المسرعات الخطية التي تحتاج مسافات طويلة اذا كان المطلوب منها توليد جسيمات ذات طاقة عالية ، و يتضمن اقتراحه جعل الجسيمات ترسم مدار دائري أو قريب من ذلك ففي المسرع الحلزوني الذي يعود اليه الفضل في ابتكاره ، يُستخدم مغنطيس أسطواناني لجعل الجسيمات التي شحنة الواحد منها q ترسم مساراً دائرياً يعتمد نصف قطره R على كتلة الجسيم m وعلى سرعته v وعلى شدة الحقل المغنطيسي B ويعطى بالعلاقة: $R = mv / qB$

وهنا تُسرّع الجسيمات ضمن صندوق معدني مجوف مؤلف من قطعتين تأخذ كل منهما شكل الحرف D ، يطبق عليهما جهد كهربائي متناوب ذو تواتر عال بحيث يكتسب الجسيم في كل مرة يجتاز فيها الفجوة بين D الأولى و D الثانية دفعة إضافية تزيد من سرعته، وبحيث تنعكس قطبية الجهد الكهربائي المطبق على نصفي العلبة في اللحظة المناسبة لضمان تسريع الجسيم.

تكمّن سهولة تصميم السيكلوترون في أن الزمن اللازم للجسيم كي يرسم دورة كاملة في الحقل المغنطيسي يبقى نفسه على الرغم من ازدياد نصف قطر المسار الذي يرسمه بسبب ازدياد السرعة ، وهذا ما يجعل تغيير الحقل الكهربائي المتناوب منسجماً مع حركة الجسيمات المسرّعة التي ترسم مساراً حلزونياً يبدأ من مركز السيكلوترون حتى محيطه.



الشكل (2) (اجزاء السيكلوترون و المسار الحلزوني الذي ترسمه الجسيمات فيه)

إلا أن النظرية النسبية لأينشتاين تقضي بأن زيادة سرعة الجسم تؤدي إلى زيادة كتلته m بحيث تغدو كما يأتي:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

حيث ترمز c إلى سرعة الضوء في الخلاء و v إلى سرعة الجسم و m_0 إلى كتلته السكونية. وعلى هذا ستعاني الجسيمات التي تقترب سرعتها من سرعة الضوء ازدياداً في الكتلة، ولا تكتسب لذلك سرعة متزايدة لأنها تصل إلى الفجوة بين D الأولى والثانية في وقت غير ملائم للتسريع. فالبروتونات مثلاً لا يمكن تسريعها في السيكلوترون الذي ابتكره لورنس حتى تبلغ طاقة تفوق ١٠ ميغا إلكترون فولط^١.

ثمة طريقتان للتغلب على الحدود التي تضعها النظرية النسبية للطاقة العظمى التي يمكن لجسيم أن يكتسبها في السيكلوترون:

- يخفّض تواتر منبع التيار المتناوب المستخدم للتسريع تدريجياً بازدياد السرعة لكي ينسجم ذلك مع تناقص السرعة الزاوية للبروتونات.
- تصميم مغنطيس بحيث يقوم بتوفير حقل أشد قرب محيط السيكلوترون وحقل أضعف قرب المركز، وهذا ما يسمح بالتعويض عن زيادة الكتلة بازدياد السرعة ومن ثم بقاء تواتر المنبع المتناوب من دون تغيير.

المسرّع الدائري (synchrotron accelerator) :

تطلبت البحوث في الفيزياء النووية توفير مسرّعات تُكسب الجسيمات طاقة من رتبة GeV أي 10⁹ إلكترون فولط، وهكذا بدأ عصر السنكروترون يستخدم في هذا النوع من المسرّعات حلقة من المغناطيس تحيط بأنبوب على شكل دولا ب مفرغ من الهواء.

تزداد شدة الحقل المغنطيسي هنا بازدياد سرعة البروتونات، بحيث تبقى تتحرك في دائرة نصف قطرها ثابت تقريباً بدلاً من أن يزداد نصف القطر كما كان يتم في السيكلوترون. وهكذا يحذف الجزء المركزي من الحقل المغنطيسي تماماً، الأمر الذي سمح ببناء حلقات تسريع تقاس أقطارها

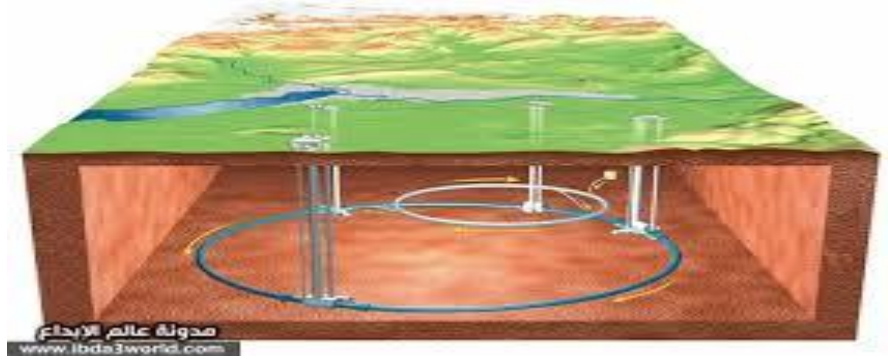
^١ كمية الطاقة الحركة التي يكتسبها إلكترون وحيد غير مرتبط عند تسريعه بواسطة جهد كهربائي ساكن قيمته 1 فولت في الفراغ و يرمز له ب ev .

بالكيلومترات ، و يجري حقن الجسيمات في مسرع السنكروترون بعد اكتسابها سرعة عالية في مسرع آخر خطي.

ويمكن استخدام السنكروترون لتسريع الإلكترونات، إلا أن مردود المسرع عندها لا يكون عالياً، وذلك لأن الإلكترونات المسرّعة تشع طاقة بصورة إشعاع سنكروتروني.

و من الأمثلة التطبيقية الحديثة عن للمسرعات الدائرية هو مسرع الجسيمات العملاق LHC الذي بنته وكالة الأبحاث الاوربية سيرن.

: LHC 3-1



الشكل (5) (LHC)

يتبع ال LHC الى وكالة الابحاث الأوربية سيرن و الذي يعد أضخم معجل تصادمي للجسيمات في العالم ويتكون من نفق دائري مطوق بمسافة ٢٧ كم على عمق 100 متر تقريبا تحت سطح الأرض وقطر النفق الذي توجد به مغناطيسات تعجيل البروتونات 3.8 امتار، والنفق مغلف بالخرسانة الاسمنتية، تم انشاؤه ما بين 1983 و 1988 وقد كان يستخدم سابقا كمخزن لمصادم الكترون-بوزيترون العملاق، ويعبر النفق الحدود السويسرية الفرنسية عند أربعة أماكن وإن كان معظمها داخل فرنسا وتحتوي المباني السطحية على المعدات المكلمة مثل الضواغط، ومعدات التهوية، ومراقبة الإلكترونات ومصانع التبريد. يحتوي نفق المصادم على حزمة من أنبوين متجاورين يبلغ قطر كل منهما نحو 2.5 سنتيمتر، كل منهما يحتوي على حزمة بروتونات وتُجعل الحزمتان في إتجاهين متضادين خلال النفق، ويوجد عدد 1232 من المغناطيسات ثنائية الأقطاب والتي تحصر الحزمة في المسار الدائري الصحيح داخل كل انبوب.

بينما أضيف لها 392 مغناطيس رباعي الأقطاب للإبقاء على تركيز الحزمة ، وبغرض رفع فرص الاصطدام بين البروتونات السريعة في 4 نقاط للتفاعل، حيث يُوجّه فيض البروتونات للاصطدام ببعضهما البعض وبالإجمالي تم تركيب أكثر من 16000 مغناطيس شديد التوصيل بوزن يزن الواحد منها نحو 36 طن.

هناك حاجة لحوالي 96 طناً من الهيليوم السائل للإبقاء على درجة حرارة تشغيل المغناطيس (1.9 كلفن) جاعلاً من المصادم أكبر وحدة تبريد فائق في العالم بما تحتوي عليه من سائل الهيليوم المبرد .

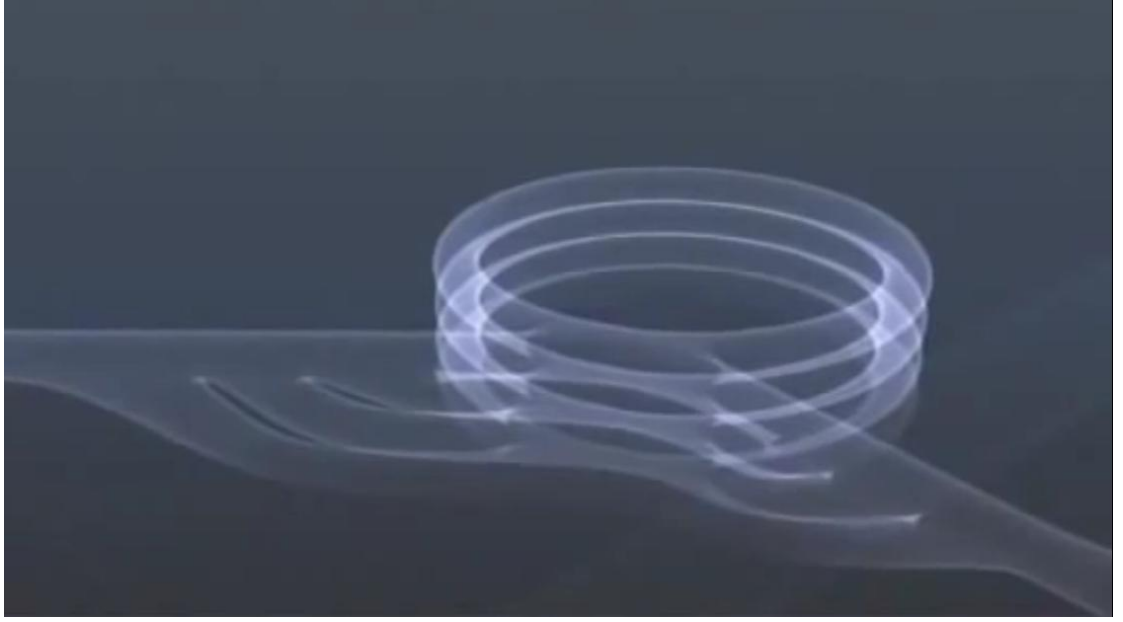
1-4 آلية عمل ال LHC :

تضخ ذرات الهيدروجين بمقدار تحت سيطرة دقيقة الى حجرة المصدر للمسارع الخطي المسماة ب CERN LINAC2 حيث تسحب الكتروناتهما لتصبح أنوية هيدروجين و التي هي بروتونات و لها شحنة موجبة مما يمكنها من التسارع عبر حقل كهربائي .

هذا التعجيل الابتدائي يجعل LINAC2 اشبه بالمرحلة الأولى لصاروخ عملاق .

مع الوقت هذه الحزمة من البروتونات المنطلقة من LINAC2 ستكون متحركة بثلاث بسرعة الضوء و تكون على وشك الدخول الى المعزز أو المرحلة الثانية من الصاروخ اذا احسنا القول ، و لغرض زيادة كثافة الشعاع ستقسم الحزمة الى اربعة حزم تدور واحدة في كل حلقة من حلقات المعزز باستمرار ثم سيطبق عليها تعجيل مباشر بحيث يصبح الحقل الكهربائي الان متذبذب (تنعكس قطبية الجهد الكهربائي المطبق) و في نفس الوقت يطبق جهد مغناطيسي على البروتونات المارة باتجاه عمودي على جهة حركتها و نتيجة لذلك يطبق حقل كهرومغناطيسي قوي يستخدم ليثني شعاع البروتونات حول الدائرة .

^١ المعزز دائري بمحيط 157 م .



الشكل (4) المعزز

المعزز يسرع البروتونات الى 91.6% من سرعة الضوء و يكبسها اقرب الى بعضها .

بعد ذلك تنقل الحزم الاربعة الى مسارع البروتونات الدوراني التزامن (سنكروترون) و الذي بتشبيها المرحلة الثالثة للصاروخ .

يبلغ محيط هذا المسارع 628 م و تدور هذه الحزم بداخله مدة 1.2 ثا و تصل الى اكثر من 99.9% من سرعة الضوء حيث و في هذه المرحلة لا تزداد سرعة البروتونات بل تزداد كتلتها و ذلك حسب نظرية النسبية لاينشتاين .

الطاقة الحركية لكل الكترون تقاس بوحدة الالكترن فولت و الان الطاقة الحركية لكل الكترون قد وصلت الى 25 GEV و البروتونات الان اثقل ب 25 مرة مما هي عليه و هي ساكنة .

ثم تنتقل حزم البروتونات الى المرحلة الرابعة في المسارع الدوراني الخارق أو SPS و الذي عبارة عن حلق هائلة قطرها ٧ كم صمم خصيصا ليستقبل بروتونات بطاقة 25 GEV و يرفعها الى طاقة تصل الى 450 GEV .

و في المرحلة الاخيرة تنتقل حزم البروتونات الى المدار العملاق لمسارع الهادرونات الكبير او LHC و الذي محيطه 27 كم .

هناك أنبوبان مفرغان من الهواء داخل الـ LHC و الذان يحتويان على شعاعان من البروتونات يتحركان باتجاهين متعاكسين و باستخدام راكلات معقدة جدا لمزامنة الحزم القادمة مع الحزم التي تدور مسبق أحد الانابيب سيحمل بروتونات تدور باتجاه عقارب الساعة و الاخر سيحمل بروتونات تدور بعكس عقارب الساعة .

الشعاعان المدوران باتجاهين متعاكسين سيتقلان في حجرات الكاشف الاربع حيث يمكن جعلها ان تصادم .

طاقة التصادم هي ضعف ما عليه في حالة تصادم بروتونات ساكنة و نواتج هذه التصادمات هو ما تتبعه تلك الكواشف .

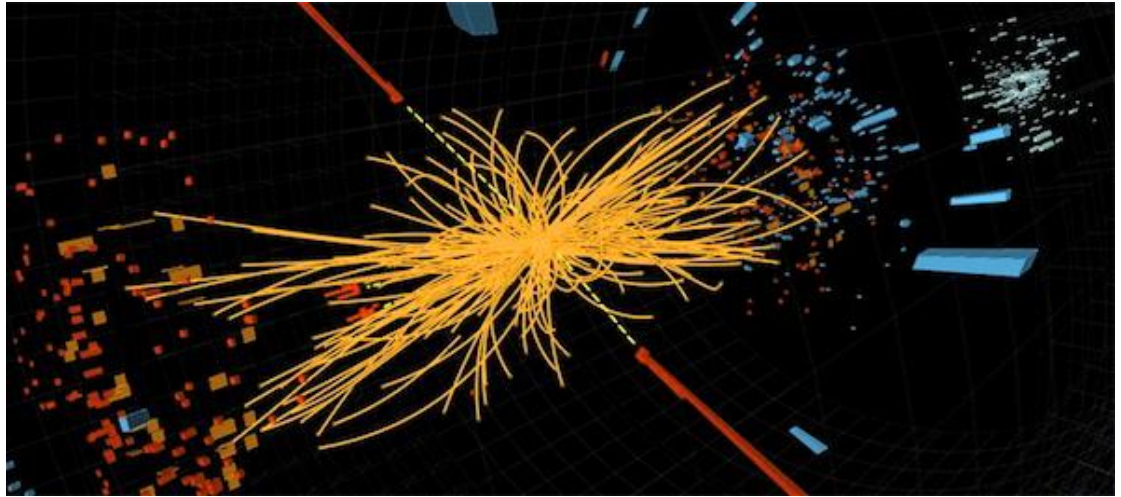
لمدة نصف ساعة يستمر الـ SPS بضخ البروتونات و في النهاية يتشكل لدينا ٢٨٠٨ حزمة و في خلال هذا الوقت يعطي الـ LHC طاقة اضافية لكل بروتون فتكون سرعته قريبة جدا جدا من سرعة الضوء بحيث يقطع 27 كم 11000 مرة في الثانية الواحدة حيث ياخذ طاقة اضافية في كل دورة من الحقل الكهربائي المتذبذب و اخيرا كل الكترون اصبحت طاقته 7 TEV حيث يصبح أثقل ب 5000 مرة مما كان عليه و هو ساكن .

القوى المغناطيسية المطلوبة للحفاظ على الاشعة البروتونية مثني حول الحلقة هائلة جدا اذ انه حوالي 12000 امبير يجب ان تمر خلال هذه المغناطيسية و هذه خدعة تستخدم لجعل الـ LHC ابرد من الفضاء الخارجي لتصبح هذه المغناطيسية خارقة التوصيل .

الان اصبحت البروتونات جاهزة للتصادم في حجرات الكاشف و اخيرا يوجهها مغناطيس الى مسار التصادم .

الطاقة الكلية لبروتونين يتصادمان داخل الـ LHC هي 14 TEV و معيدة بذلك تكوين ظروف مماثلة لما كانت عليه عند الانفجار الكبير .

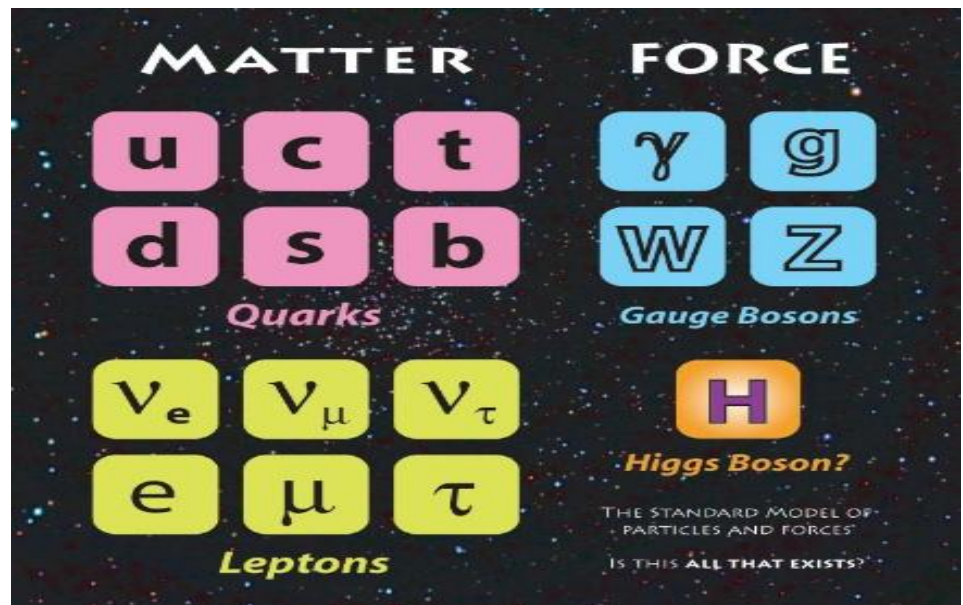
مسارات الجسيمات من هذه التصادمات سيتم تحليلها من خلال حواسيب متصلة بالكواشف و هذه المسارات ستعطي بصيرة جديدة الى كيفية تولد كوننا .



الشكل (5) (التصادمات في ال LHC)

2- جسيم الاله و أهميته

1-2 النموذج القياسي¹:



الشكل (6) (النموذج القياسي)

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=bhrpvsgYWZ8>

في السنوات الثلاثين الماضية كون فيزيائيو الجسيمات صورة مدججة نسبيا هي النموذج القياسي (Standard Model) و يوصف النموذج القياسي جميع مكونات المادة المعروفة و ثلاثة من القوة الاربع التي تتحكم في سلوكها .

مكونات المادة هي ست جسيمات تدعى كواركات و ستة تدعى لبتونات و تؤثر احدى القوى و المعروفة بالنووية الشديدة على الكواركات و تربطها مع بعضها البعض لتشكل مئات الجسيمات المعروفة باسم الهادرونات ، فالبروتون و النوترون هما هادرونان يربطهما معن اثر متبقي من القوة النووية الشديدة ليشكلا النوى الذرية ، و البوزون الخاص بها هو الغلوون أما القوتان الاخرتان فهما الكهرومغناطيسية و هي القوة التي يفرزها الحقل الكهرومغناطيسي على الجسيمات المشحونة كهربائيا و هي المسؤولة عن انجذاب الإلكترونات والبروتونات في الذرة و هي تربط الذرات بعضها ببعض داخل جزيئات المادة مما يعطي للمواد على اختلافها صفاتها الطبيعية والكيميائية و القوة النووية الضعيفة و هي قوة ضعيفة وذات مدى ضعيف للغاية لا يتعدى حدود الذرة و تساوي 10^{-13} من شدة القوة النووية الشديدة و تقوم بتنظيم عملية تفكك و تحلل بعض الجسيمات الأولية للمادة داخل الذرة كما هو الحال في تحلل العناصر المشعة ، لذا فهذه القوى تتحكم في عمليات فناء العناصر و هي المسؤولة عن النشاط الإشعاعي و لها عدة بوزونات و هي Z W^+ W^- .

منذ ٥ عقود مضت أدرك الفيزيائيون وجود علاقة وثيقة بين القوة الضعيفة والقوة الكهرومغناطيسية، هاتين القوتين يمكن وصفهما بواسطة نظرية واحدة تبنى على أساس التناظر الأساسي بينهما ، و من خلال ذلك فسر النموذج القياسي هاتين القوتين بصورة انيقة على انهما قوى كهروضعيفة (موحدة) تقييم علاقة بين خواصهما على الرغم من كونهما مختلفين ظاهريا .

2-2 العناصر غير المكتملة في النموذج القياسي :

اولا : لا يتضمن النموذج المعياري نظرية اينشتاين حول خواص الزمكان و تأثيره مع المادة ، حيث توفر هذه النظرية وصفا جميلا للقوة الرابعة و هي الجاذبية حيث تم التحقق من هذا الوصف تجريبيا تحققا دقيقا ، لكن الصعوبة تكمن في أن النموذج القياسي يستند استنادا دقيقا الى الميكانيك الكمومية ، في حين ان النسبية العامة ليست نظرية كمومية لذلك لا بد أن تفشل تنبأها في المقاييس الكمومية الصغيرة جدا (بعيدة جدا عن النطاق التي أختبرت فيه) و ان غياب الوصف الكمومي للجاذبية يجعل النموذج القياسي غير كامل من حيث المنطق .

ثانيا : على الرغم من ان النموذج القياسي يصف بتجاح كما ضخما من البيانات بواسطة معادلات أساسية بسيطة ، الا انه يحتوي على العديد من السمات التي تبدو افتراضية ، مما يجعله غير مؤهل للتفسير الكامل فهو على سبيل المثال لا يشير الى السبب الذي يدعو الى وجود ستة كواركات و ست لبتونات بدلا من اثنين أو ثلاثة ، كما انه لا يفسر سبب وجود أعداد متساوية من الكواركات و اللبتونات ، فهل هذا مجرد مصادفة ؟ ، بإمكاننا أن نبني على الورق تعطي أجوبة و تفسيرات أفضل ننحى فيها عن علاقة قوية بين الكواركات و اللبتونات ، لكننا لا ندري إن كانت أي من هذه النظريات هو الصحيح ، هذا اذا كانت احداها صحيح .

ثالثا : في النموذج القياسي عنصر لم يختبر بعد ، و ليس هذا بالتفصيل الصغير بل هو أمر جوهري ، و الذي هو الية توليد الكتل المرصودة للجسيمات ، حيث أن كتل الجسيمات مهمة

جدا فتغير كتل الالكترن مثلا سيغير كل الكيمياء ، كما ان كتل النيوتريونوهات تؤثر في توسع الكون .

3- اصطيات جسيم الاله

3-1 التنبؤ بجسيم الاله^١ :

إن التناظر المسؤول عن توحيد القوة الكهروضعيفة يتطلب قوة تحملها جسيمات لا تمتلك كتلة. إن الفوتون، والذي يحمل القوة الكهراطيسية يفى بالغرض ، وعلى أية حال فإن بوزن W وبوزن Z يحملان القوة الضعيفة ولكن كتلتها ليست معدومة ، إن حقيقة أن كل من جسيما Z و W يتمتعان بكتلة تحطم التناظر الكهروضعيف الرئيسي مما يقود إلى تنبؤات لا معنى لها.

ولحل هذا اللغز، اقترح فيزيائيون عدة، آلية لشرح التناظر المحطم ، وحالما تم تجسيد الأمر في معادلات، سمحت آلية كسر التناظر الكهروضعيف بظهور جسيم بلا كتلة.

شرحت هذه الآلية أيضا لماذا تظهر القوة النووية الضعيفة بشكل ضعيف ، ذلك الأمر ناتج عن أن الجسيمات التي تحمل القوة ليست عديمة الكتلة، وبالتالي للقوة مدى قصير ، فأشار بيتر هيغز عندها إلى أن هذه الآلية تتطلب وجود جسيم غير مرئي، والمعروف حاليا باسم هيغز بوزون، يقوم بأعطاء الكتلة لتلك البوزونات.

و منه فإن كل الجسيمات كانت عديمة الكتلة في اللحظة التالية تماما للانفجار الكبير ، ومع استمرار الكون بالتبريد وهبوط درجة الحرارة ، تشكل حقل غير مرئي يدعى "حقل هيغز" ، انتشر

^١ The Higgs Boson ص 4.

هذا الحقل في كامل الكون ، فاكسبت الجسيمات مثل Z و W كتلتها أثناء تفاعلها مع هذا الحقل - كلما كانت شدة تفاعلها أقوى، أصبحت أثقل و إن وجود مثل هذا الحقل يشرح التناظر الموجود في نظرية القوة الكهروضعيفة ، في حين أنه يشرح أيضا التناظر المحطم الذي نرصده في الطبيعة اليوم.

كما و تنص هذه الفرضية على ان بوزون هيغز هو جسيم كوانتي مترافق مع حقل هيغز تماما كترافق الفوتون كجسيم كوانتي مع الحقل الكهرومغناطيسي، وبسبب أنه لا يمكننا رصد الحقل مباشرة ، فإن تجارب LHC تبحث عن هذا الجسيم وتكشفه، الأمر الذي سوف يثبت وجود الحقل .

2-3 طريقة اكتشاف الجسيم :

يعتبر بوزون هيغز في أعلى لائحة المطلوبين لدى الفيزيائيين لمدة تجاوزت الأربعين عقدا كما ان إيجاده امر بالغ الصعوبة حيث يحتاج العلماء الى خلق اضطراب في مجال هيغز للكشف عن الجسيم نفسه لكن هذه العملية تتطلب طاقة كبيرة و هذا ما يحاول الـ LHC عمله عن طريق تصادم الجسيمات كما حاولت مسرعات الجسيمات الأخرى ذلك و لكنها لم تكن قادرة على الاستمرار لانه يحتاج الى طاقات كبيرة بينما يستطيع الـ LHC الوصول الى مستويات رهيبه من الطاقة كما تحدثت مسبقا .

الفكرة الأساسية التي يقوم عليها LHC هو القيام بإجراء تصادم بين الجزيئات بسرعة اقرب مما يمكن لسرعة الضوء ، فعندما تلتقي الجسيمات سيخلق انفجار مصغر بطاقة مشابهة للطاقة التي تولدت في الانفجار الكبير Big Bang مما سيؤدي الى تحول تلك الجزيئات الى طاقة و بعد ذلك ستتحول هذه الطاقة الى الجسيمات الأولية التي وجدت في الثانية الأولى من بداية الكون و التي كونت لبنات المادة الموجودة الان طالما ان الطاقة المطلوبة لإنتاج هذه الجسيمات اصغر من الطاقة المتحررة الناتجة عن التصادم .

على الرغم من ان كل العلماء متفقين على ان وجود الهيغز بوزون ضروري ،اضافة الى الأماكن التي التي قدمها الـ LHC الا انه تم البرهنة على ان العثور على الجسم امر بالغ الصعوبة ، ففي

¹ Finding the Higgs Boson ص 7 .

الواقع ان الهيجز بوزون جزيئ غير مستقر الى ابعد الحدود، إذ يبقى في الوجود جزء بسيط من الثانية، مما يعني انه ليس بالامكان مراقبته مباشرة ، والطريقة الوحيدة للعثور عليه هو ملاحظة الجزيئات التي تنتج بنتيجة زواله ، ولكن حسب النموذج القياسي ، يزول هيجز بوزون بعدة اشكال، كل منها ينتج عنها سلسلة مختلفة من الجزيئات. ومن حيث ان كتلة الهيجز بوزن لا يتنبأ بها النموذج القياسي يجب على العلماء الانتباه الى جميع الاجسام الناتجة بنتيجة زوال الجزيئات .

و بما أن الـ LHC يستطيع اعطاء طاقات كبيرة فان ذلك سمح بأماكن جديدة للبحث عن الهيجز بوزون و مطاردته في مستويات أعلى من الممكن وجود الهيجز بوزون فيها بكتلته الغير معروفة و المقاسة بـ GEV .

تتبع العلماء منهج لمحاولة الوصول الى الهيجز بوزون حيث قاموا باختبار كل مستوى طاقة و تحليل البيانات الناتجة عن التصادمات في كل مستوي طاقي على حدى حيث قاموا بمشاهدة الجسيمات الناتجة عن التصادم و التي نتجت عن تحلل الجسيمات الاولية ذات الكتل الكبيرة ثم تنبؤوا بالجسيمات التي تحللت و أعطت هذه الجسيمات .

ويزداد الامر تعقيدا إذا عرفنا ان زوال الهيجز بوزون ليس الطريقة الوحيدة لأنتاج سلسلة الجزيئات المعنية، ولكون المنتجات نفسها يمكن ان تنتج بطريقة اخرى، لاعلاقة لها بوجود هيجز بوزون، يجب على المرء، قبل الاعلان أنه عثر على الهيجز بوزون، ابعاد كافة الاحتمالات الاخرى الممكنة التي تخلق شبهة أن النتائج صادرة عن صدفة .

و من اجل عمل ذلك يتطلب الامر معطيات هائلة، مما يعني أن اعداد كثيرة من الاصطدامات يجب تحليل معطياتها بدقة. لهذا السبب فعل المختبر 40 مليون اصطدام في الثانية، على مدى 24 ساعة باليوم، طوال السنة .

ومن اجل إقرار النتائج أستخدم أيضا مُستقبلين مختلفين هما. اطلس، وسي أم أس، من أجل دراسة اية منتجات ناتجة عن زوال جزيئات ظهرت بنتيجة كل اصطدام.

3-3 الوصول الى الجسيم^١:

بعد ان تم جمع معطيات، على مدى اعوام 2010-2011، من حوالي مليار اصطدام، قام سيرن ا بنشر النتائج الاولية في عملية البحث عن هيغز بوزون معلنا العثور على جزيء له مواصفات تتشابه مع المواصفات المتوقعة للهيجز بوزون .
الاشارات القادمة من الجزيء الجديد جرى تلقيها من أطلس و سي أم أس والجزيء هو بوزون بكل ثقة .

وعلى خلفية ملاحظة توزع منتجات الزوال تمكن العلماء من تحديد وزن الجزيء ما بين -126 GOV 125، مما يجعله اقل بوزون جرى العثور عليه حتى الان إضافة الى انه في مجال الوزن المتوقع أن يكون فيه .

من المحتمل ان أهم الخواص ان الاشارة الصادرة عن الجزيء تملك مستوى 5 سيغما. من أجل نفهم معنى ذلك من الضروري، في البدء، معرفة معنى مقياس سيغما .
في أبسط التعابير مقياس سيغما يعكس مقدار الثقة في النتائج ، في حالتنا مع الهيجز بوزون ، وكما قلنا سابقا، يمكن الوصول الى نتائج ايجابية حتى بدون وجود هيغز بوزون، ومن أجل القراءة فيما إذا كانت الاشارة قادمة من زوال هيغز بوزون حقا يمكن تشبيهه مثل اتخاذ قرار فيما إذا كانت الليرة تملك وجهين ، فقط من خلال رمي الليرة عدة مرات ورؤية الطرف الذي تستقر عليه ، بدون رؤية كلا الطرفين في الوقت نفسه ، و إذا كانت جميع الرميات انتهت بإعطاء نتائج واحدة ، اي بأن وجه الليرة كان للاعلى، يمكن القول ان الليرة منقوش على كلا الوجهين من وجوها النقشة نفسها. ولكن يبقى من المحتمل ان الليرة تملك وجهين مختلفين تماما كما يفترض بالعملة ان تكون، وان الصدفه وحدها التي جعلتها تسقط على الوجه نفسه عدة مرات متتابعة. ولكن كلما زادت المرات المتواليه التي تسقط فيها الليرة ونقشة الوجه للاعلى كلما قل احتمال ان يكون ذلك بالصدفة .

^١ Status of Higgs boson physics ص 23 .

قيمة سيغما تخبرنا بمقدار احتمال ان تكون النتائج تعبيرا عن الصدفة. كلما ارتفعت قيمة سيغما كلما انخفض احتمال ان يكون ذلك بالصدفة، وبالتالي ان النتائج أقرب للثقة. 5 سيغما تعني ان احتمال ان تكون النتائج بالصدفة هو % 0.000028 ومن الناحية العلمية تعتبر ذات ثقة كبيرة .

في مثالنا مع الليرة يتطلب ان يكون وجه الليرة للاعلى، بنتائج سقوطها عشرين مرة متتابة حتى تحصل على قيمة سيغما 5، حيث يكون احتمال ان النتائج بالصدفة قليل للغاية ليكون بالامكان القول ان الليرة تملك وجهين متطابقين النقش. لكل ذلك، ان الجزئي المكتشف يملك مستوى سيغما 5 يسمح بالقول ان هيغز بوزون جرى اكتشافه .

و قد أعلنت وكالة الأبحاث الأوربية إكتشافه رسميا في 4/7/2012.

3-4 اتجاه العلم بعد الهيغز¹ :

أن أكتشاف الهيغز بوزون فتح الباب أمام سؤال أكثر صعوبة من إيجاد الجسيم نفسه حيث أن العلماء الآن يحاولون التأكد من أن الجسيم المكتشف هو الهيغز بوزون نفسه الخاص بالنموذج القياسي و الذي كانوا يبحثون عنه أم أنه جسيم آخر له نفس لوظيفة لكن بخصائص أخرى تختلف كل الاختلاف عما كانوا يتوقعون حيث أن العلماء الآن لا يعرفون شيئا عن خصائصه الحقيقية لأنه عندما وجدوا الجسيم لاحظوا أنه يتحلل الى فوتونات أكثر مما كانوا يتوقعون لكن و مع صعوبة الامر الا ان العلماء يتمنون أنه ليس الجسيم الخاص بالنموذج القياسي لان هذا الحدث سيكون بمثابة إطلاق فرع جديد من الفيزياء تتدفق اليه الأفكار و النظريات من كل مكان حيث أنه سيعطي الحرية للعلماء لصياغة عالم جديد .

و اذا فرضنا أنه الهيغز الخاص بالنموذج القياسي فأن إيجاده ليس نهاية الطريق و ليس آخر حجر بناء لإكمال النظرية التي سوف توجد العلاقة بين الأربع قوى و تفسر لنا كل شيء في الكون بل أننا في الحقيقة لم نصل الى هذه المرحلة بعد و بعيدين عنها كثيرا فهناك العديد من الأسئلة المطروحة التي لم يوجد لها جواب حتى الآن . على سبيل المثال :

¹ 2 Cern and the Higgs Boson .

ما هي طبيعة المادة المظلمة و التي تشكل قسم كبير من الكون ؟

لماذا يوجد كمية من المادة أكبر بكثير من المادة المضادة على الرغم من أن كليهما تشكلا بنسب متساوية عند بداية الكون ؟

كما يوجد العديد و العديد من الأسئلة لذلك فأن إكتشاف الهيغز بوزون ليس النهاية بل هو أهم خطوة يخطوها الإنسان نحو فهم الكون حتى الآن و هو دليل على أن الطريق التي نتهجها هي الطريق الصحيح التي يجب أن نستمر فيها .

الخاتمة :

من خلال هذا البحث وجدنا أن مسرعات الجسيمات هي تقنية متقدمة على الرغم من أنها تستند الى مبادئ فيزيائية بسيطة أستطاع العلماء الأستفادة منها من خلال حيل فيزيائية و تعلمنا كيف يستخدمه العلماء لأيجاد الجسيمات

و بعد أن تعرفنا على الهيغز بوزون و تعلمنا الكيفية التي يعمل بها العلماء لاستكشاف الكون يمكننا أن نصل إلى أن الهيغز بوزون هو أهم جسيم أكتشف حتى الآن فهو المسؤول عن إعطاء الكتلة لكل شئ فمن دونه لما تفاعلت الجسيمات مع بعضها أو إذا أردت القول بشكل أكثر دقة لما وجدت الجسيمات بصورتها المادية حيث أنها ستتحول الى طاقة بسبب سيرها بسرعة الضوء و ليست هذه هي أهميته فقط بل أنه يعد حجر الاساس لاكثر الاوصاف نجحنا و شمولية عن كيفية عمل الكون بشكله الحالي و هو النموذج القياسي كما أن أكتشافه فتح الابواب لتفسير خصائص 96% من مكونات الكون من المادة المظلمة والطاقة المظلمة.

و بإمكاننا أن نقول أن الطريق مازالت طويلة أمامنا لفهم الكون و أصل نشأته ، فكل النظريات التي وضعت حتى الان من النسبية ، الى الكم ، الى الاوتار الفائقة ، هي أما يشوبها نقص في مجال معين ، أو لم نيتم أثباتها عمليا و ما زال البحث جاري لأثباتها .

المراجع :

الكتب الأجنبية :

- 1- Higgs boson physics/part 1/Laura Reina /publish in 2014 /Boulder publishing house .
- 2-Status of Higgs Boson physics/M.Carena-C.Grojean-M.Kado-V.Sharma/publish in November 2013 .
- 3-Finding the Higgs Boson /Sally Dawson, BNL-Maria Laach /Lecture 3.
- 4-The Higgs Boson / Martinus J.G.Veltman.

المقالات الأجنبية:

- 1-Higgs Boson /FAQ/July 2012.
- 2-Factsheet/Cern and the Higgs/Cern.ch.
- 4-state/Cern.ch/june 2014.

المواقع الإلكترونية :

1-الموسوعة العربية - ٢٠١٥/١/٣ - الساعة ١٣:٣٠

http://www.arabency.com/index.php?module=pnEncyclopedia&func=display_term&id=6533

2-لغة الروح - سلسلة النموذج القياسي للحسيمات الأولية .

<https://www.youtube.com/watch?v=bhrpvsgYWZ8>

فهرس الأشكال :

الصفحة	الشكل
4	مقطع مسرع خطي
5	أجزاء السكيلوترون و مسار الجسيمات داخله
7	LHC
9	المعزز
11	التصادمات في الـ LHC
11	النموذج القياسي

الفهرس :

الصفحة	الموضوع	الفصل
1	المقدمة	
2	خطة العمل	
2	أهداف البحث	
3	مسارات الجسيمات	1
3	آليات التسريع الجزيئي	1-1
4	أنواع المسرعات	2-1
7	LHC	3-1
8	آلية عمل الـ LHC	4-1
11	جسيم الله و أهميته	2
11	النموذج القياسي	1-2
13	العناصر غير المكتملة في النموذج القياسي	2-2
14	اصطياد جسيم الاله	3
14	التنبؤ بجسيم الاله	1-3

15	طريقة اكتشاف الجسيم	2-3
17	الوصول الى الجسيم	3-3
18	أتجاه العلم بعد هيغز	4-3
19	الخاتمة	
20	المراجع	
21	فهرس الأشكال	
21	الفهرس	